ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

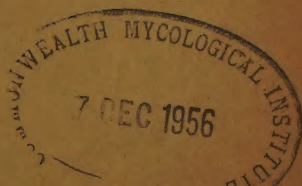
DIRECTOR: JOSE S. GANDOLFO

ABRIL-JUNIO 1956 — ENTREGAS IV, V y VI — TOMO CLXI

SUMARIO

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1956



SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. **Artº 10 del Reglamento de los "ANALES"** (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Graficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

HOMENAJE A D. ESTANISLAO S. ZEBALLOS

La sesión inaugural del presente ciclo de conferencias se dedicó a commemorar a uno de los promotores de la Sociedad Científica Argentina y el más activo de los miembros durante la etapa de su organización.

El Dr. Horacio C. Rivarola hizo un profundo análisis de la personalidad de Zeballos destacando la multiplicidad de sus afanes, de sus dedicaciones y la voluminosa obra legada por el joven y animoso explorador de nuestro medio físico y después notable periodista, parlamentario, jurisconsulto y hombre de letras.

El Presidente de la Sociedad Científica Argentina, Dr. Eduardo Braun Menéndez declaró inaugurado el ciclo de conferencias del año 1956, señalando entre otros conceptos:

La Sociedad Científica Argentina reinicia con este acto su actividad cultural interrumpida durante más de dos años por las razones de todos conocidas, y lo hace rindiendo homenaje a Estanislao S. Zeballos, quien, siendo joven estudiante de ingeniería, promovió el movimiento que le había de dar origen en 1872. Nos parece esta ocasión propicia para señalar la significación actual de esta benemérita Sociedad, una de las más antiguas de la República Argentina. Las agrupaciones de carácter científico: Academias, Asociaciones o Sociedades son órganos cuya existencia se justifica mientras ejerzan una función útil para la comunidad. Y cada uno de estos órganos debe tener una función específica, propia, característica, a fin de evitar la duplicación inútil de los esfuerzos.

La etapa que hoy se inicia tiene un significado especial pues sucede a un período de catalepsia o muerte aparente y coincide con un renacer del país entero a la vida de la cultura.

La Sociedad Científica Argentina tendrá que multiplicar al máximo su actividad para ayudar a la República a satisfacer esas

necesidades. Su programa coloca a nuestra Sociedad en una posición muy definida. Estamos situados en una posición intermedia entre la investigación científica desinteresada y las aplicaciones de la ciencia y debemos servir de nexo de unión entre ambos. La tradición de la Sociedad desde su fundación así como los intereses y tendencias de la mayoría de sus miembros indica sin embargo que el acento debe ponerse en las aplicaciones de la ciencia y especialmente en aquellos aspectos que pueden tener aplicación práctica en la República, ya sea en las artes, las industrias y las necesidades de la vida social.

PRIMER HALLAZGO DE TENDIPEDIDOS ALADOS EN LA REGION ANTARTICA

Podonominae, una nueva subfamilia para la citada región

POR

BELINDO ADOLFO TORRES (*)

(Contribución del Instituto Antártico Argentino Nº 6)

INTRODUCCION

Al estudiar un material de Dípteros que me fuera enviado por el Instituto Antártico Argentino, tuve la oportunidad de identificar la especie *Podonomus steineni* (Gercke, 1889), (*Tendipedidae-Podonominae*). Los siete ejemplares llegados a mi poder fueron coleccionados por el doctor Héctor A. Orlando en la isla 25 de Mayo (Rey Jorge), Caleta Potter, el 16 de enero del corriente año.

La especie en cuestión era conocida de Georgia del Sur de manera tal que al existir en la Antártida, dentro de la familia de los Tendipédidos sólo la especie *Belgica antarctica* Jacobs, insecto semiáptero, le corresponde a nuestro país el privilegio de citar por primera vez la presencia de Tendipédidos alados para esta región. *B. antarctica* pertenece a la subfamilia *Clunioninae*, en cambio *P. steineni* corresponde a otra subfamilia, *Podonominae*, (desmembrada de la antigua *Tanypodinae*, hoy conocida como *Pelopiinae*) caracterizada por que sus representantes muestran las alas superpuestas arriba del cuerpo, la R_{2+3} está ausente, la R_1 y R_{4+5} bien separadas y el postnoto mostrándose uniformemente esclerotizado y redondeado, sin surco o quilla media, vale decir que también se incorpora una nueva subfamilia para la región Antártica.

(*) Profesor y Jefe de la División de Entomología en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

DIBUJOS

Los dibujos fueron ejecutados por el autor del trabajo empleando el aparato proyector Miflex-Zeiss y delineados por la dibujante del Museo de La Plata, Sta. M. A. Moreno Kiernan, a quien expreso mi agradecimiento.

Todas las ilustraciones fueron obtenidas de ejemplares tratados con cloral-lacto-fenol, motivo por el cual podrá notarse la separación entre los distintos artejos antenales, artejos de los palpos, el volumen de las paraglosas, el tendón en la articulación fémur-tibial y el desplazamiento del último uromero en relación al anterior, aspectos estos que no muestran los ejemplares sacados del alcohol. En la representación del ala se ha omitido la microtriquia que cubre integramente toda la membrana y la macrotriquia que se hace presente en la cabeza y piezas bucales. En la vista dorsal del mesonoto las líneas de puntos representan la distribución aproximada de las setas del mismo.

TECNICA EMPLEADA

Los insectos recogidos fueron puestos directamente en alcohol 70°. Para su estudio fué necesario diafanizarlos en cloral-lacto-fenol y realizar en ciertos casos disecciones de los mismos para la observación de numerosos caracteres de su anatomía externa.

ANTECEDENTES

En el año 1889, Gercke ([8]) publica una nota preliminar sobre los dípteros de Georgia del Sur de la colección de la Estación alemana de 1882-83, creando una nueva especie, *Tanypus steinenii*, dando sobre la misma una muy pobre diagnosis e ilustrando muy esquemáticamente el aparato de acoplamiento. Enderlein ([6]) más tarde crea el nuevo género *Ochlus* en base a la especie *O. uschuaiensis*, de Tierra del Fuego e incluye en este género a la especie de Gercke, *T. steinenii*.

En 1930, el mismo Enderlein ([7]) hace un nuevo cambio y ubica a *O. steineni* en su nuevo género *Kohlium*, ilustrando la antena, piezas bucales y el aparato de acoplamiento de un macho. Al año siguiente Edwards ([5]), coloca a *K. steineni* en la sinonimia de *Podonomus steineni*.

NOTAS CRITICAS

Enderlein ([7]) funda su nuevo género *Kohlium* en base a una serie de caracteres tales como: hembras con las antenas de 12 artejos, el antenito final casi tan largo como los cuatro anteriores, machos con antenas de 15 artejos, con el XIV y XV muy alargados y el último más corto que el penúltimo, palpos labiales de dos artejos, palpos maxilares de cuatro artejos, con el primero presentando en su base una muy pequeña parte estrangulada, es-

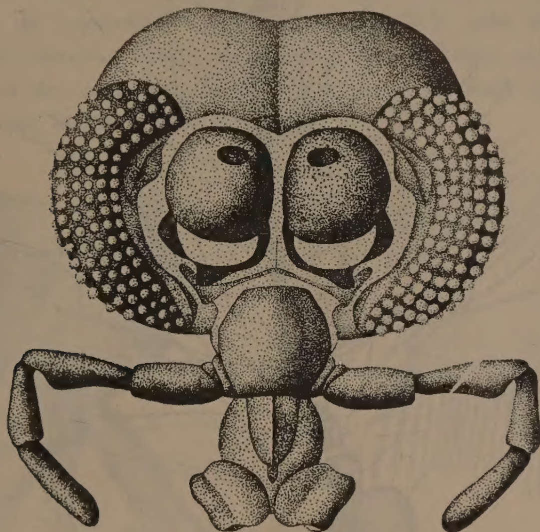


FIG. 1. — Cabeza y aparato bucal de *P. steineni*, en norma frontal, × 80.

trechada, que podría considerarse como un quinto artejo, y el aparato de acoplamiento desmesuradamente grande y grueso. Lo que ilustra como palpos labiales de dos artejos corresponde a las paraglosas formadas por un sólo elemento cada una y no dos; evidentemente el surco lateral que aparece en ellas ha sido la causa para considerarlas formadas por dos artejos. En cuanto al número de artejos del palpo maxilar, Enderlein no supo definir claramente, pues habla de cuatro artejos o de cinco considerando la estrangulación basal del primero. El número de artejos palpales es de cinco, carácter este de importancia, pero que sin embargo en la forma ambigua que fué dado por Enderlein, nos lleva a no

estar seguros si ha sido o no tomado en cuenta por Edwards (5) al establecer la sinonimia de *Podonomus steineni*. Casi todos los demás caracteres enunciados por Enderlein para su nuevo género *Kohlium* coinciden con los enumerados por Edwards para caracterizar al género *Podonomus*.

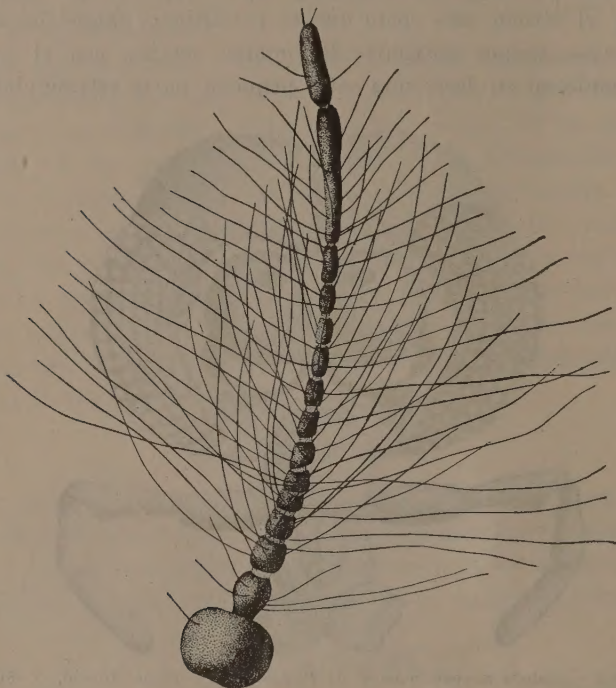


Fig. 2. — Antena de *P. steineni*, × 50.

DATOS ECOLOGICOS

La especie *Podonomus steineni* ha sido recogida en Georgia del Sur, en la mayoría de los casos sobre la nieve, a veces en gran número, aunque también ha sido coleccionada sobre el agua. Las fechas de recolección nos dicen que las mismas fueron efectuadas entre los primeros días de octubre hasta fines del mes de mayo. En cuanto a las temperaturas variaron entre 0,25°C y 1,5°C.

Los ejemplares coleccionados por el doctor Orlando el 16 de enero de 1956 en Caleta Potter, fueron capturados en charcos de agua dulce, volando muy cerca de la superficie. Los distintos da-

tos de recolección nos demuestra un predominio de los machos sobre las hembras.

PODONOMUS STEINENI (GERCKE, 1889)

Largo del cuerpo: 2,5-3,5 mm.

Largo de las alas: 2,6 mm; ancho máximo de las alas, 0,6 mm.

Coloración general: Cabeza y tórax negros; antenas, palpos, patas y abdomen, castaño oscuro, pleuras y halterios, castaño claro. Artejo I de las antenas, negro, los restantes castaño oscuro disminuyendo de intensidad hacia el antenito XV, este último castaño oscuro intenso. Abdomen presentando a veces manchas negras y otras de color castaño claro; la parte esternal ligeramente más clara que la tergal.

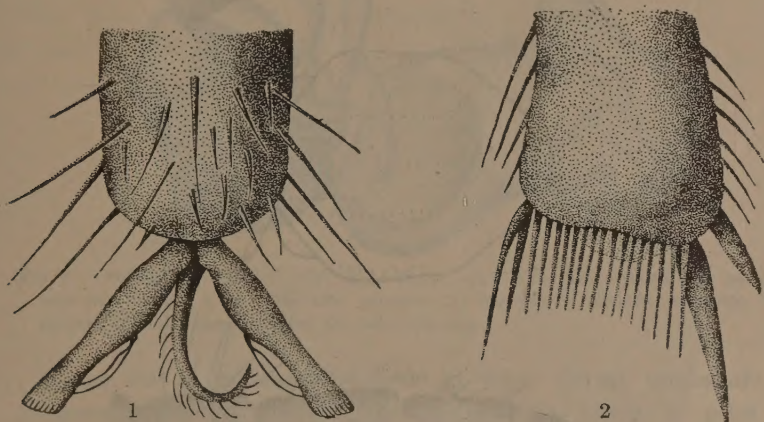


FIG. 3. — *Podonomus steineni*: (1) Pretarso en su faz dorsal, × 430; (2) Cara interna del extremo distal de la tibia III mostrando el peine, × 190.

Cabeza con los ojos reniformes y glabros. Antenas plumosas, guardando la forma de la copa de un pino, de quince artejos, II y XV con pocos pelos. Antenito I grande y globoso, II más largo que ancho, III y IV casi tan largos como anchos, V y VI, más anchos que largos, VII-XIII, aumentando paulatinamente el largo con respecto al ancho, XIV, igual a la suma de X-XIII, XV igual a la mitad de la suma XIII-XIV. Relación de los antenitos I-XV: 40 : 30 : 17 : 14 : 10 : 12 : 16 : 14 : 15 : 17 : 15 : 16 : 21 : 76 : 49. Vértex arriba de los ojos con una serie de largas setas, clípeo también con

pelos. Palpos maxilares aparentemente de cuatro artejos; sin embargo en la base del supuesto primer artejo aparece un otro pequeño que lo rodea cubriendo casi una tres cuartas partes de su circunferencia, mostrándose incompleto en su lado interno, pero externamente y en su vista lateral adquiriendo su máximo largo, constituyendo de este modo el artejo I de los cinco que componen

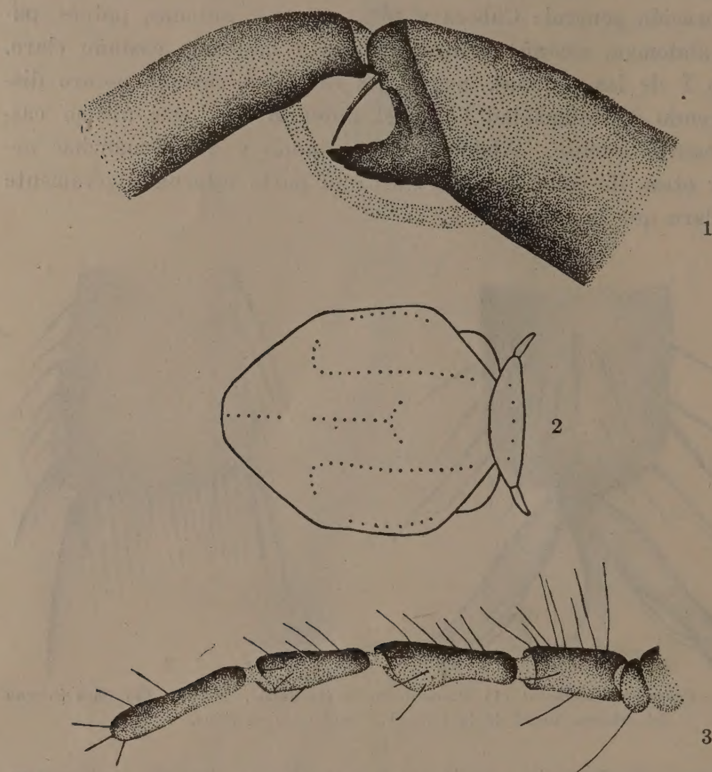


FIG. 4. — *Podonomus steineni*: (1) Articulación fémur-tibial, × 180; (2) Vista dorsal del mesonoto mostrando la distribución de las setas, × 34; (3) Vista lateral del palpo maxilar, × 90.

el palpo. Artejo I en su máximo largo, casi unas cuatro veces y media menor que el largo del artejo II, llevando una larga seta. Artejos II y IV de igual longitud y de forma cilíndrica; III y V, de igual largo, III en vista lateral mostrando una protuberancia en la parte inferior de su mitad distal, V cilíndrico. Re-

lación de los artejos del palpo: I-V: 5:22:27:22:27. Paraglosas muy desarrolladas, más largas que el artejo V del palpo maxilar y más de dos veces el ancho del mismo, presentando un surco lateral; superficie inferior de las mismas cubiertas de pelos.

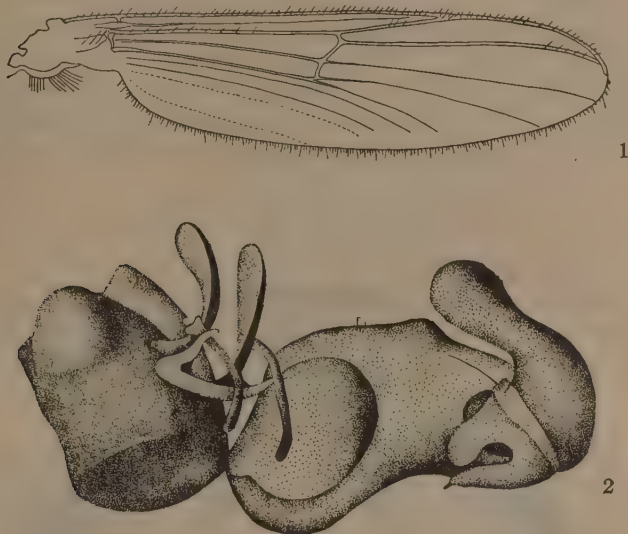


FIG. 5. — *Podonomus steineni*: (1) Ala, × 21; (2) Vista látero-ventral de los genitales del macho, × 65. (Ha sido eliminado el basistilo y dististilo izquierdo para mostrar la cara interna de los del lado derecho).

Tórax con el mesonoto tapando en vista dorsal totalmente al pronoto; lóbulos pronotales laterales con una hilera de pelos en su mitad inferior. Mesonoto en vista lateral mostrando su pronunciada curvatura angular, con su superficie anterior en marcado declive. Escudo formando un área plana o ligeramente cóncava. Escutelo bien diferenciado, ancho y corto, fuertemente convexo y proyectándose hacia arriba. Mesonoto con una serie de largas setas. Postnoto en forma de copa, convexo y un poco más ancho que largo, llevando setas. Alas semitransparentes por tener su membrana totalmente cubierta de una densa y corta microtriquia, macrotriquias sólo en algunas nervaduras. Bordes de las mismas franjeados de pelos largos, de mayor longitud en los márgenes apical y anal. Escama llevando una serie de aproximadamente 14 macrosetas. Nervadura costal sobrepasando moderada-

mente la R_{4+5}. Halterios glabros y fuertemente dilatados en su extremidad distal. Patas largas, siendo la relación entre los distintos segmentos la siguiente:

	Cox.	Troc.	Fem.	Tib.	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
Pata anterior	29	14	92	96	50	26	17	9	9,5
Pata media	30	11	93	90	38	22	14	7,5	9
Pata posterior	23	12	105	116	53	32,5	18,5	8,5	9

Tibia I llevando en su extremo distal una espina en su área posterior y media, tibia II con dos espinas aproximadamente de igual tamaño y tibia III provista de dos espinas, una pequeña

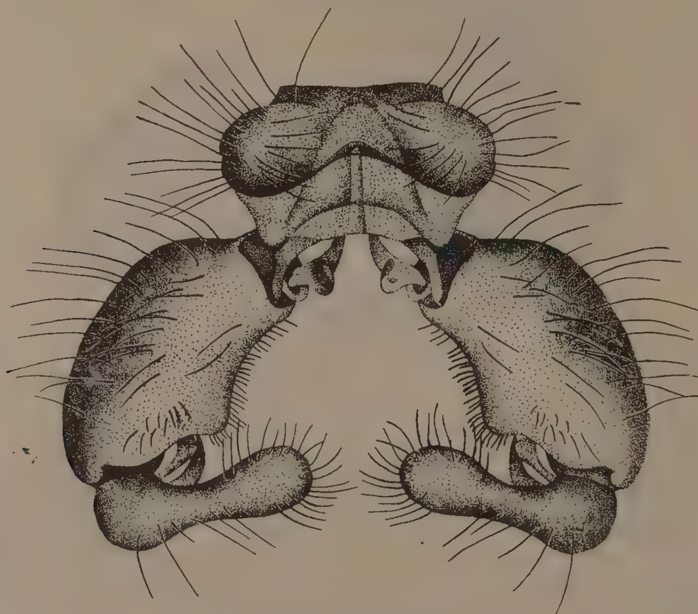


FIG. 6. — Genitales del macho de *P. steineni* en vista dorsal, × 65.

externa y otra grande interna y un peine formado aproximadamente de unas 18 fuertes y rígidas macrosetas y situado en la cara interna de la tibia. Artejos tarsales cilíndricos, V tarsal con el pretarso constituído por un empodio y un par de uñas pectinadas, aproximadamente con 8 pectinas cada una y llevando dos largas y curvadas setas en su faz inferointerior.

Abdomen con el segmento I de forma trapezoidal con su base mayor hacia adelante, los siguientes uromeros hasta el V inclusive aumentando progresivamente su anchura, los restantes más angostos que los anteriores y conservando todos casi el mismo ancho. Abdomen en su mitad basal levemente comprimido, en su mitad distal deprimido.

Genitales muy desarrollados, con los basistilos de forma ovoide presentando en su borde interno dorsal una protuberancia lobuliforme cubierta de setas. Dististilos bien desarrollados, angostados en su parte media y ensanchados en forma de una maza redondeada en sus extremos. En la parte basal e interior de los dististilos aparecen dos procesos, uno superior redondeado y espatulado y otro inferior en forma de gruesa espina; una corta y gruesa seta y un largo pelo aparece en el lado externo de una y otra formación respectivamente. El primer proceso muestra su máxima superficie en su faz frontal y el segundo en vista lateral. Uromeros con setas a ambos lados de los mismos.

MATERIAL ESTUDIADO

Isla 25 de Mayo (Rey Jorge), Caleta Potter, 62°14' lat. Sur, H. A. Orlando col., 16-I-56, en charcos de agua dulce.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. BERG, O. C., 1950. Biology of certain Chironomidae reared from Potamogeton. *Ecol. Monogr. Ecol. Soc. Am.*, 20(2): 83-101.
2. BIGOT, J. M. F., 1891. Diptères. *Miss. Sci. Cap Horn*, 1882-1883, 6(2): 1-45.
3. BRÉTHES, J., 1909. Dípteros e Himenópteros de Mendoza. *An. Mus. Nac. Bs. As.*, 3(12): 85-105.
4. BRUES, CH. T., MELANDER, A. L. y CARPENTER, F. M., 1954. Classification of Insects. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll. Cambridge*, 108: 1-917.
5. EDWARDS, F. W., 1931. Diptera of Patagonia and South Chile. Chironomidae. *British Museum*, 2(5): 233-331.
6. ENDERLEIN, G., 1912. Die Insekten des Antarkto-Archiplata-Gebietes (Feuerland, Falklands-Inseln, Süd Georgien) 20. Beitrag zur Kenntnis der Antarktischen Fauna. *Kungl. Svensk. Vet. Ak. Handl.*, 48(3): 1-170.
7. — — 1930. Die Insektenfauna Süd-Georgiens (21. Beitrag zur Kenntnis der Antarktischen Fauna). *Sitz-ber. Ges. naturf. Freunde*, 1-3: 235-251.
8. GERCKE, G., 1889. Vorläufige Nachricht über die Fliegen Süd-Georgiens, nach der Ausbeute der Deutschen Station 1882-83. Familie Chironomidae. *Jahrb. Hamb. Wisse. Anst.*, 6: 153-54.
9. JOHANNSEN, O. A., 1937. Aquatic Diptera. Part. III. Chironomidae: Sub-

families Tanypodinae, Diamesinae, and Orthocladiinae. *Agr. Exp. Stat. Cornell Univ. Mem.*, 205: 1-84.

10. Kieffer, J. J., 1906. Diptera. Fam. Chironomidae. *Genera Insectorum*, 42: 1-78.

11. Lynch Arribálzaga, F., 1893. Dipterología Argentina (Chironomidae). *Bol. Acad. Nac. Cien. Córdoba*, 13: 211-258.

12. Philippi, R. A., 1865. Aufzälung der chilenischen Dipteren. Verh. *Zool. bot. Ges. Wien.*, 15: 595-782.

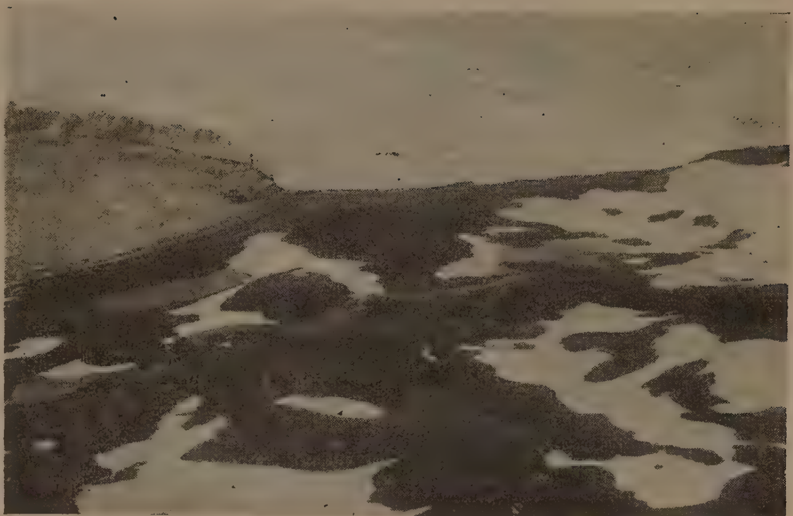
13. Thienemann, A., 1937. Podonominae, eine neue Unterfamilie der Chironomiden (Chironomiden aus Lappland I). Mit einen Beitrag: F. W. Edwards: On the European Podonominae (Adult Stage). *Int. Rev. Hydrobiol.* 35: 65-112.

14. — — 1939. Dritter Beitrag zur Kenntnis der Podonominae (Dipt. Chironomidae). (Chironomiden aus Lappland VI). *Zool. Anz.*, 128(7-8): 161-176.

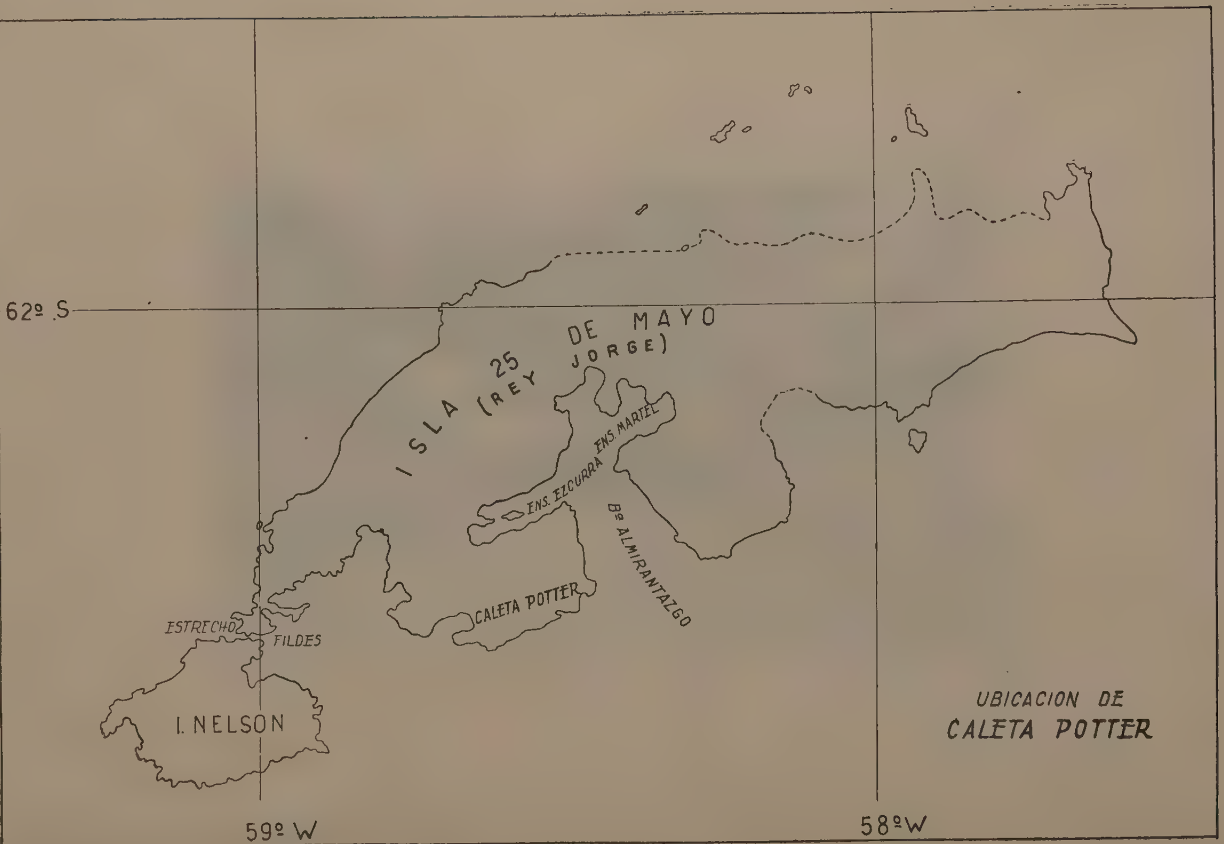
15. Torres, B. A., 1953. Sobre la existencia del Tendipedido « Belgica antarctica » Jacobs en el Archipiélago Melchior. *An. Mus. Ciudad La Plata*, (N. S.), Zool. 1: 1-22.

16. Wirth, W. W., 1949. A revision of the Clunionine Midges with descriptions of a new genus and four new species (Diptera: Tendipedidae). *Univ. Calif. Berk. and Los Angeles*, 8(4): 151-182.

Buenos Aires, junio de 1956.



Lugar de Caleta Potter donde fueron recogidos los insectos. (*Cortesía del Dr. H. A. Orlando*).


62º S
ISLA 25 DE MAYO
(REY JORGE)
ENS. MARTEL
ENS. EZCURRA
Bº ALMIRANTAZGO
CALETA POTTER
ESTRECHO
FILDES
I. NELSON
59º W
58º W
UBICACION DE
CALETA POTTER

DETERMINACION INDIRECTA DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS DEL HIELO CONTINENTAL PATAGONICO

POR

W. SCHWERDTFEGER
(Servicio Meteorológico Nacional)

Resumen. — Dada la ausencia de estaciones meteorológicas en la región y altura del hielo perenne que cubre una considerable parte de la cordillera austral, todo intento descriptivo de su clima debe basarse totalmente en conclusiones indirectas, estudios críticos de las observaciones obtenidas en zonas adyacentes, extrapolaciones siguiendo las leyes de la física de la atmósfera y comparaciones con zonas montañosas similarmente expuestas a intensas corrientes de aire marítimo en otras regiones del mundo. Por tal procedimiento se deducen valores que caracterizan el régimen de temperaturas y humedad del aire, valores de frecuencia para las cuatro estaciones del año y promedios mensuales de la zona en cuestión. Se pasa luego al estudio detallado del régimen de precipitaciones, y se llega a la conclusión de que el orden de magnitud de la suma anual, caída sobre el Hielo Continental y sus pendientes occidentales, se eleva a 7.000 mm (siete toneladas de agua por metro cuadrado).

Summary. — Considering the total lack of meteorological stations in the region of the Patagonic Ice Fields, a tentative description of its climatic conditions has to proceed entirely from inferences, from a critical study of the observations obtained in neighbouring zones, from extrapolations according to laws of physics of the atmosphere, and from comparisons with the known conditions of other mountain regions likewise exposed to persistent currents of maritime air masses. By this means, there are deduced some characteristic values, data of frequency of temperatures for the four seasons and monthly means referring to the level of 2.000 m, at 47,5 and 51°S. A study of the precipitation regime conducts to an estimation of the average annual total in the region of the Ice Fields. Order of magnitude: 7.000 mm (275 inches).

I. INTRODUCCION

La red de estaciones meteorológicas permanentes se restringe, por razones obvias, a las regiones habitadas del mundo. Existen sólo escasos puestos aislados en la alta montaña y en zonas polares en los que viven algunos hombres, buena parte de ellos al servicio de la meteorología, a pesar de las adversas condiciones ambientales. Si

bien para el Año Geofísico 1957/58, en el que gran número de países realizan esfuerzos de excepción, se piensa instalar una estación meteorológica en el polo Sur, y se encara la posibilidad de hacerlo en el « polo de inaccesibilidad o inhabitabilidad » del continente antártico, en el Hielo Continental Patagónico las perspectivas son nulas en un futuro previsible. Sin embargo, se trata de una región cuyo clima merece todo el interés no solamente por parte de la meteorología pura, sino también de otras ramas de las ciencias, en primer plano la glaciología e hidrología. A primera vista, parece un hecho sorprendente la existencia de una extensa zona de hielo perenne en latitudes (véase el mapa fig. 1) que corresponden a las de Europa Central, y en alturas inferiores a los 2.000 m sobre el nivel del mar ([1], [2]). Puede mostrarse, empero, que las condiciones climáticas actuales son muy favorables para una intensa glaciación, y que el retroceso de algunos glaciares en las zonas marginales, observado durante los dos últimos decenios, no debe de interpretarse como indicio de una tendencia general y monótona, sino más bien como un fenómeno pasajero, relacionado con una pequeña variación de la circulación atmosférica, la cual puede cambiar su signo en cada momento ([3]).

La ausencia de estaciones meteorológicas en el lugar de interés obliga al estudio indirecto de sus condiciones climáticas, con conclusiones basadas en observaciones de puestos ubicados a cierta distancia y distinta altura, y realizadas por extrapolaciones que se fundan en las leyes de la física de la atmósfera. A tal respecto, las estaciones más importantes son las dos chilenas: *Islote de los Evangelistas y San Pedro* (véase el mapa 1), pero se han aprovechado también los registros de otros puntos así como el conocimiento de las situaciones sinópticas y su variación de día a día, condensado en las Cartas del Tiempo del Servicio Meteorológico Nacional Argentino. Al solo fin comparativo se tomarán también en consideración los sondeos aerológicos de Puerto Stanley, Malvinas (51°42′S, 57°52′W), único lugar en aquella latitud donde se realizan diariamente, desde hace algunos años, mediciones de presión, temperatura y humedad en la atmósfera libre.

Tales extrapolaciones se ven facilitadas, como se verá más adelante, por encontrarse la Cordillera Austral, y con ella el Hielo Continental, en la zona de máximo desarrollo de los vientos del

sector W, que con singular persistencia llevan aire de origen marítimo hacia la montaña y fuerzan un movimiento ascendente a barlovento, es decir, sobre la falda occidental de la Cordillera.

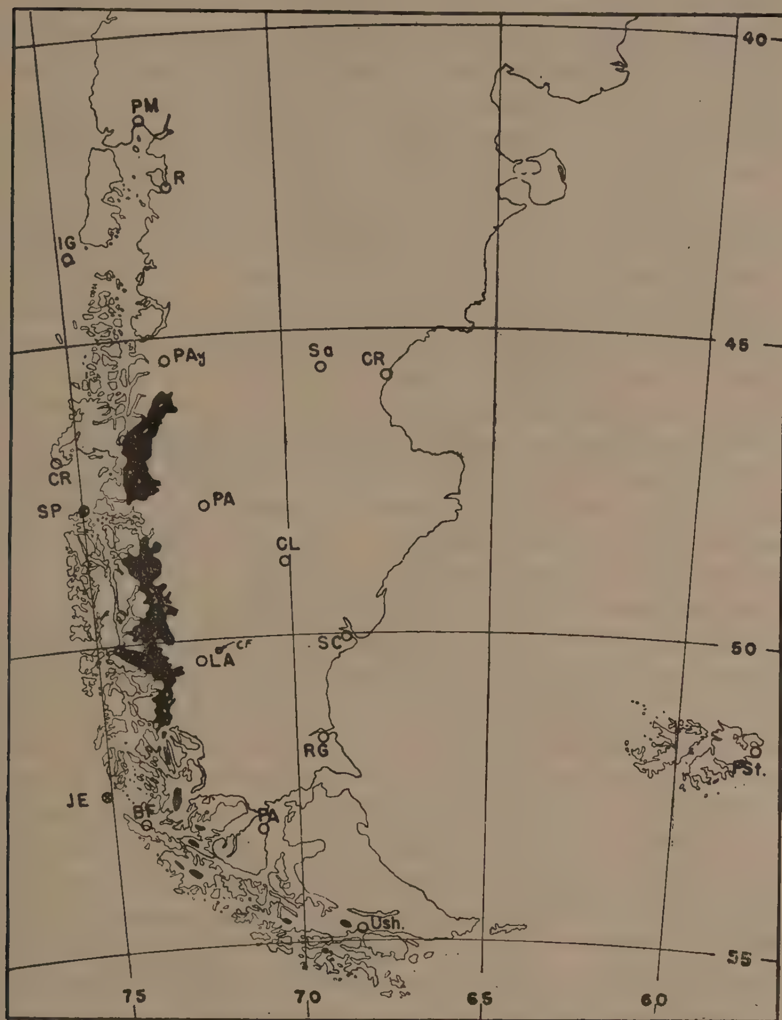


FIG. 1. — Mapa del Sur de Sudamérica, indicando la ubicación del Hielo Continental Patagónico y las estaciones meteorológicas mencionadas en el texto.

II. LOS VIENTOS SOBRE LA CORDILLERA AUSTRAL

Dado que, para el problema en cuestión, el interés principal debe concentrarse en las corrientes generales que conducen masas de aire desde el Océano Pacífico hacia las montañas, el estudio debe basarse, en primera instancia, en el análisis del campo de la presión atmosférica, representado por las isobaras de las cartas del tiempo diarias. Tales cartas permiten apreciar inmediatamente el gradiente horizontal de la presión en el nivel del mar y calcular el viento geostrófico. Con buena aproximación, este valor corresponde, en una atmósfera no perturbada, al viento real en alturas entre 800 y 1000 m, por tratarse de la capa inmediata superior a la de fricción propiamente dicha. Igualmente, el cálculo de la componente meridional de la presión permite determinar la componente zonal (a lo largo de los paralelos) de dichas corrientes aéreas. No hay duda de que sobre la cordillera misma existen condiciones (en especial las irregularidades del terreno) que no concuerdan con aquellas en que se basa la determinación del viento geostrófico. A pesar de ello, el gradiente bárico en dirección paralela a la cadena principal de una montaña, puede considerarse una medida del movimiento que conduce las masas de aire hacia ella, siempre por encima de la capa de fricción.

En este sentido se ha determinado, día por día, los gradientes báricos entre 45 y 50° y entre 50 y 55° de latitud Sur, a lo largo del meridiano 72,5°W. Este meridiano se ha elegido porque corre cerca de la cordillera, y porque así pudo aprovecharse un registro de datos diarios (de las 09 hs HOA) de la presión a nivel del mar, extraídos de los mapas básicos de la Oficina Central de Análisis y Pronóstico del Servicio Meteorológico Nacional, evitándose de esta manera los errores casuales y sistemáticos los que contienen las observaciones de las estaciones en aquella zona. Un valor negativo de dicho gradiente corresponde a una situación con la presión más alta en el Sur, lo que es equivalente a una componente del viento geostrófico del Este hacia el Oeste. El valor cero de dicho gradiente meridional representa una situación en la que la componente zonal de las corrientes generales entre los paralelos de referencia es nula, lo que no excluye la existencia de una componente meridional de ellas, es decir un viento del Sur o del Norte. Los cuadros I *a*) y *b*) muestran el resultado de este análisis.

Hay que tener presente que estos datos se refieren a los gradientes báricos medios, tomados sobre una distancia de 555 Km, y por ello caracterizan las condiciones *generales*. No se excluye la posibilidad de que el gradiente bárico meridional varíe en las distintas partes del tramo, sobre todo en las situaciones las que caracterizan los primeros dos grupos de los cuadros I *a*) y *b*). En ellos podrían presentarse casos excepcionales con una circulación ciclónica, centrada transitoriamente cerca del punto medio del tramo de referencia, digamos en 52 ½°S; esto importaría corrientes del Oeste en 50°, del Este en 55°S, y una diferencia meridional *p* 50 - *p* 55 cerca de cero. Pero esto sólo ocurre en casos excepcionales, y en la gran mayoría las corrientes del aire desde el sector W sobre la cordillera austral se manifiestan con considerable uniformidad.

CUADRO I. — a) *Gradiente bárico entre* 45 y 50°S, *a lo largo del meridiano* 72,5°W; *lista de frecuencias relativas, valores promedios y máximos; período:* 1950-54.

Grupo	Gradiente bárico meridional y componente zonal del viento geostrófico	Verano XII a II	Otoño III a V	Invierno VI a VIII	Primavera IX a XI	Año
I	p 45-p 50 < 0 mb (corriente del Este).	5	13	15	12	11 %
II	p 45-p 50 entre 0 y 5 mb; débil del Oeste (inferior a 27 Km/h).	36	30	31	33	32 »
III	p 45-p 50 entre 6 y 10 mb; moderada del Oeste (entre 27 y 55 Km/h).	42	37	35	31	36 »
IV	p 45-p 50 > 10 mb; fuerte del Oeste (superior a 55 Km/h).	17	20	19	24	20 »
M	promedio de p 45-p 50 (mb) y de la componente zonal del viento geostrófico en Km/h.	6,3 32	6,3 32	6,2 31	6,5 33	6,3 mb 32 Km/h
E	valor máximo de p 45-p 50 (mb) y de la componente zonal del viento geostrófico (Km/h).	19 97	21 107	22 112	24 122	24 mb 122 Km/h

CUÁDRO I. — b) *Idem para el tramo entre* 50 *y* 55°S.

Grupo	Gradiente bárico meridional y componente zonal del viento geostrófico	Verano XII a II	Otoño III a V	Invierno VI a VIII	Primavera IX a XI	Año
I	p 50-p 55 < 0; corriente del Este.	3	7	12	6	7 %
II	p 50-p 55 entre 0 y 5; débil del Oeste, inferior a 25 Km/h.	23	30	29	31	28 »
III	p 50-p 55 entre 6 y 10; moderada del Oeste, entre 25 y 50 Km/h.	49	31	34	37	38 »
IV	p 50-p 55 > 10 mb; fuerte del Oeste, superior a 50 Km/h.	25	32	25	26	27 »
M	promedio de p 50-p 55 y de la componente zonal del viento geostrófico en Km/h.	8,0 37	6,7 31	6,5 30	8,0 37	7,3 mb 34 Km/h
E	valor máximo de p 50-p 55 (mb) y de la componente zonal del viento geostrófico (Km/h).	21 97	23 106	26 120	21 98	26 mb 120 Km/h

Esto se confirma también en las cartas diarias del tiempo, así como en los resultados de los sondeos del viento en altura, realizados en las estaciones aerológicas Comodoro Rivadavia y Río Gallegos. Un análisis detallado de estos sondeos ha sido publicado, en esta revista, en otra oportunidad (4); cabe decir que los datos contenidos en el renglón « M » de los dos cuadros I *a*) y *b*) coinciden satisfactoriamente con aquellos que se han deducido de los sondeos, para el nivel de 1000 m s.n.m.

Aparte de ello, los cuadros muestran que un gradiente bárico meridional negativo, equivalente a corrientes desde el sector E, se presenta sólo raras veces. En un 64 % en el tramo Norte, un 69 % en el tramo Sur, el gradiente es superior a 5 mb/5° de latitud, lo que corresponde a una velocidad media superior a 25 Km/h, para la componente W del viento geostrófico. En todos estos casos, el aire marítimo del Océano Pacífico es conducido hacia la cordillera

austral con tanta intensidad que puede estimarse admisible la suposición de que a lo largo de toda la costa el aire se encuentra en movimiento ascendente, con las consecuencias que se expondrán en seguida. En los casos del grupo II, 32 % y 28 % en los dos tramos de referencia respectivamente, semejante suposición es igualmente válida para una parte considerable de la falda occidental de la cordillera.

Dado el elevado contenido de humedad en el aire marítimo, este movimiento ascendente ocasiona persistente nubosidad y precipitaciones intensas en barlovento de y sobre las cumbres, y trae consigo también una variación perfectamente definida de la temperatura y la humedad relativa con la altura. Esta estrecha relación entre el gradiente bárico meridional y la formación de nubes y precipitación en barlovento de la cordillera, permite afirmar que las condiciones meteorológicas en general son malas en todos los casos de los grupos III y IV de los cuadros I *a*) y *b*), y también en gran mayoría de aquellos del grupo II. Quedan, entonces, como condiciones más favorables y más seguras del tiempo sólo algunos casos del grupo I, en los que el gradiente bárico total y con ello la velocidad del viento es pequeña, sea porque el aire algo más seco es conducido desde las llanuras de la Patagonia oriental hacia las pendientes orientales de la cordillera, sea porque se hayan impuesto corrientes del aire predominante meridionales, desde los sectores N ó S. En efecto, los pocos informes existentes sobre tiempo bueno encontrado sobre un tramo extenso de la cordillera austral misma, mencionan los vientos desde el Sur, con aire frío y relativamente seco.

A primera vista, los valores medios de la velocidad del viento calculados en el cuadro I podrían parecer pequeños ante los conocidos informes acerca de la intensidad y persistencia de los vientos huracanados que azotan las cumbres de la cordillera austral. Ello obliga a poner de relieve que los valores expuestos se refieren a las corrientes generales de la atmósfera libre. La aerodinámica explica que en un fluído que se desplaza y encuentra un obstáculo de cierta extensión horizontal y vertical, las líneas de corriente se acercan, por lo cual los vientos por encima del obstáculo son más fuertes que a la misma altura en la atmósfera libre sobre la llanura. El fenómeno se hace más pronunciado cuanto mayor es la extensión del obstáculo en dirección ortogonal a la de las corrien-

tes, ya que el aire se ve impedido de fluir lateralmente como sucede en el caso de una cima aislada o una cadena de montañas paralela a las corrientes del aire. Es de hacer resaltar que la cordillera austral ofrece por su posición geográfica con los vientos prevalentes en esa región un ejemplo típico, tal vez el mejor del mundo, de semejante intensificación del viento.

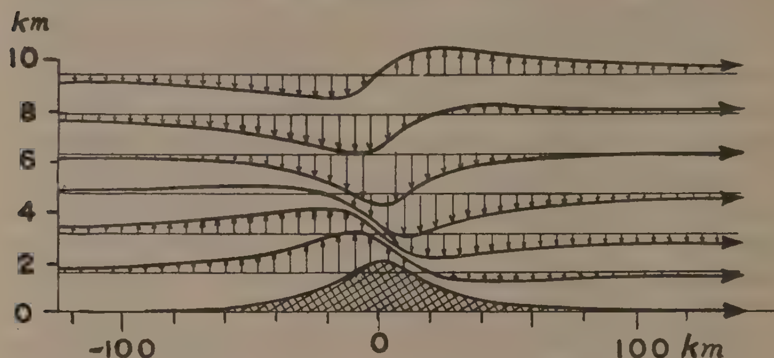


FIG. 2. — Esquema de las corrientes aéreas en altura, sobre la Cordillera Austral.

En meteorología dinámica, varios autores han tratado el tema de las corrientes del aire en los alrededores de las montañas, sobre todo después que los volovelistas llamaron la atención general sobre este problema. No corresponde comentar aquí todos los resultados conseguidos; pero pueden aprovecharse los cálculos y representaciones gráficas elaboradas por Queney ([5]), para ilustrar esquemáticamente las corrientes aéreas por encima de la cordillera, mediante un corte vertical zonal (fig. 2) (el lector mira hacia el Norte, en 50°S de latitud, aproximadamente; a la izquierda de la marca 0 se encuentra Chile y el Pacífico, a la derecha la Patagonia y el Atlántico). Se ve claro cómo se estrechan las líneas de corriente sobre el obstáculo, y se aprecia también, indicada por las flechitas verticales, la componente vertical del movimiento del aire que es de suma importancia para la formación de las copiosas precipitaciones en barlovento.

III. HUMEDAD DEL AIRE Y NUBOSIDAD EN EL SUR DE LA COSTA CHILENA

Para sacar conclusiones acerca de las condiciones sobre el Hielo Continental mismo, es necesario considerar brevemente los valores de la humedad y nubosidad existentes en las capas bajas de las masas de aire a barlovento de la cordillera austral.

CUADRO II. — *Promedios mensuales de la humedad relativa,* San Pedro *y* Evangelistas (*).

Estación	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Año
S. Pedro ..	85	85	86	88	89	90	90	89	88	87	87	87	88 %
Evangelista	81	81	80	81	80	79	80	80	79	81	81	80	80 »

(*) Una comparación con los datos correspondientes de Puerto Stanley, Malvinas, hace ver que los valores medios de Evangelistas son, probablemente, menos fidedignos que los de San Pedro.

La dispersión de los datos diarios es pequeña, y por ello no se dan las listas de frecuencia correspondientes. Pero parece adecuado incluir dos pequeñas listas de frecuencia que se refieren a la cantidad de las nubes bajas, observadas en San Pedro y Evangelistas, aunque esos datos se hayan extraído de las cartas del tiempo de Chile sólo para tres años.

CUADRO III. — *Frecuencia relativa de distintas clases de la cantidad de nubes bajas, observadas sobre San Pedro y Evangelistas.*

a) *San Pedro*

Clase	XII a II	III a V	VI a VIII	IX a XI	Año
Sin nubes bajas	10	5	15	14	11 %
1/10 a 4/10	5	7	6	4	6 »
5/10 » 8/10	15	13	15	10	13 »
9/10 » 10/10	70	75	64	72	70 »

b) *Evangelistas*

Clase	XII a II	III a V	VI a VIII	IX a XI	Año
Sin nubes bajas	6	5	15	9	9 %
1/10 a 4/10	9	6	10	6	8 »
5/10 » 8/10	23	27	28	24	25 »
9/10 » 10/10	62	62	47	61	58 »

Se ve que las dos estaciones tienen un porcentaje muy elevado de nubes bajas, y se sobreentiende que la nubosidad total, incluyéndose las nubes medias y altas, es bastante mayor aún. En efecto, se trata de una de las regiones más nubladas del mundo.

Y aún más, la prevalencia de los vientos desde el sector W, junto con la humedad del aire marítimo, trae consigo un aumento de la nubosidad baja, tierra adentro. Para ponerlo en evidencia se han compilado, para el mismo período de 3 años, listas de frecuencia de la altura del *nivel de condensación,* aprovechando los datos diarios de presión, temperatura y punto de rocío de las 09 hs, publicados también en las cartas del tiempo de Chile. Este nivel se determina fácilmente, en un diagrama termodinámico, partiendo de los valores en superficie y siguiendo la línea adiabática seca hasta el punto en que esta línea corta a aquella que corresponde a la relación de mezcla en superficie. Es el nivel, entonces, a partir del cual el aire que debe levantarse sobre las pendientes de la cordillera está saturado. Con este procedimiento se consiguen valores representativos del plafond de las nubes bajas en barlovento de la montaña.

CUADRO IV. — *Frecuencia relativa del nivel de condensación. San Pedro y Evangelistas. Período:* 1952 a 54.

a) *San Pedro*

Intervalo de alturas	XII a II	III a V	VI a VIII	IX a XI	Año
Inferior a 200 m	33	26	55	53	42 %
200 » 500 »	61	70	42	45	54 »
Superior » 500 »	6	4	3	2	4 »

b) *Evangelistas*

Intervalo de alturas	XII a II	III a V	VI a VIII	IX a XI	Año
Inferior a 200 m.	28	34	57	46	41 %
200 » 500 »	64	61	42	52	55 »
Superior » 500 »	8	5	1	2	4 »

Estos datos, y en particular los números pequeños que figuran en los renglones « superior a 500 m », dejan ver claramente la gran frecuencia con la que deben presentarse nubes bajas sobre las pendientes occidentales de la cordillera. Claro está, que las suposiciones en las que se basa la determinación del nivel de condensación, valen solamente en aquellos días en que las corrientes generales conducen el aire marítimo hacia las montañas. Pero ya se ha documentado en el párrafo anterior que esto ocurre en la gran mayoría de los días del año. Así se muestra que los valores promedios de la humedad relativa y del grado de nubosidad sobre el

Hielo Continental deben estar cerca de los valores máximos posibles. A pesar del fuerte viento, la evaporación en la superficie de la capa del Hielo debe ser despreciable.

IV. DATOS DE FRECUENCIA DE LAS TEMPERATURAS AL PIE DE LA CORDILLERA Y SOBRE EL HIELO CONTINENTAL

El mismo procedimiento seguido para determinar el nivel de condensación en base a valores diarios de temperatura, humedad y presión en superficie, puede extenderse para niveles más altos y obtener así, por extrapolación, valores de temperatura en altura. Es obvio que esto se justifica solamente bajo las condiciones muy particulares de la cordillera austral, expuestas en los parágrafos que anteceden e ilustradas también por los gráficos de la fig. 3. En ella se muestra la muy pequeña dispersión de la distribución de temperaturas al pie de la montaña, en San Pedro y Evangelistas, en comparación con valores que corresponden a la zona del Gran Buenos Aires (Observatorio San Miguel) (6). Para estos gráficos se han utilizado las temperaturas medias diarias, porque ellas servirán para la determinación de los valores en altura, y porque la amplitud diaria, ya pequeña de por sí en un clima netamente marítimo, disminuye aún en la atmósfera libre.

La extrapolación de la variación de la temperatura con la altura se hace, como ya se mencionó, a lo largo de la línea adiabática seca (— 1°C por cada 100 metros de altura), hasta alcanzar el nivel de condensación, y debe seguir luego, en las nubes, la adiabática húmeda, cuya pendiente es variable en función de temperatura y presión. Para el margen relativamente estrecho dentro del cual dichos elementos pueden variar en la zona y alturas aquí en cuestión, el cuadro V da algunos valores del gradiente adiabático húmedo, en grados C por 100 metros de elevación:

CUADRO V. — *Gradiente adiabático húmedo.*

Nivel de presión, altura aproximada	1000 0	900 850	800 1800	700 mb 2900 m
t = 10°	0 53	0,51	0,48	0,46/°(100 m
0°	0,65	0,63	0,60	0,57 » »
— 10°	0,76	0,75	0,73	0,70 » »
— 20°	0,85	0,84	0,83	0,81 » »

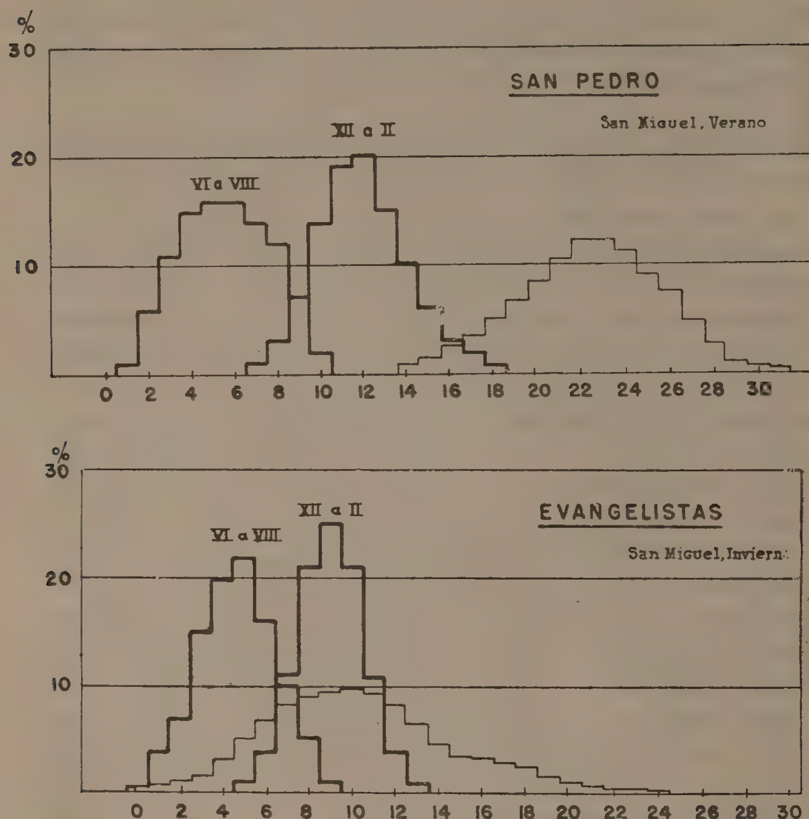


FIG. 3. — Frecuencia relativa de valores de la temperatura media diaria en la costa del Sur de Chile, y a fines de comparación, en la zona del Gran Buenos Aires.

Se ve que a pesar de la gama pequeña de las temperaturas en superficie (fig. 3), una extrapolación hasta el nivel que aquí interesa (2000 m) resultaría muy inexacta, si se basara en valores promedios de dicho gradiente y de la altura del nivel de condensación.

Como altura de referencia hemos elegido la de 2000 m s.n.m., considerando que ésta es, aproximadamente, la altura media de la cresta principal de la cordillera austral, y que para menores alturas, si ellas fueran de interés, se puede hacer fácilmente una post- extrapolación, con aumento de temperatura hacia abajo, a razón del gradiente adiabático húmedo(cuadro V). Para los va-

lores a relacionar con la parte meridional del Hielo Continental, además debe tenerse en cuenta que la latitud de la estación meteorológica en el Islote de los Evangelistas, no coincide con la del Hielo (véase el mapita de la fig. 1). Por ello, para la deducción de valores representativos se ha efectuado no solamente una extrapolación en altura, sino también una en sentido horizontal, suponiendo un gradiente meridional de la temperatura a razón de 0,7°C por un grado de latitud entre 52,4 y 51,0° Sur.

Resultan, entonces, los valores del cuadro VI para el nivel de 2000 m s.n.m., aproximadamente el de la cresta cubierta por el hielo perenne, en la suposición de que se trate de aire marítimo, levantado desde las capas inferiores por encima del obstáculo que la cordillera opone a los vientos del sector W, condición que se cumple casi siempre.

CUADRO VI. — *Frecuencias relativas de la temperatura en 2000 m s.n.m., para las cuatro estaciones del año, en la región del Hielo Continental.*

a) *al Este de San Pedro, alrededor de 47,5° S*

Estación del año \ t	2 6 1	0 6 —1	—2 6 —3	—4 6 —5	—6 6 —7	—8 6 —9	—10 6 —11	—12 6 —13	—14 6 —15	—16 6 —17
XII a II	4	16	34	30	15	1	—	—	—	— %
III » V	—	9	18	33	18	10	10	2	—	— »
VI » VIII	—	—	2	13	18	23	19	17	7	1 »
IX » XI	—	—	4	19	35	27	11	3	1	— »

b) *al Noreste de Evangelistas, alrededor de 51° S*

Estación del año \ t	2 6 1	0 6 —1	—2 6 —3	—4 6 —5	—6 6 —7	—8 6 —9	—10 6 —11	—12 6 —13	—14 6 —15	—16 6 —17
XII a II	—	7	29	40	20	4	—	—	—	— %
III » V	1	5	24	32	17	14	6	1	—	— »
VI » VIII	—	—	3	5	25	26	31	8	2	— »
IX » XI	—	—	1	6	49	32	11	1	—	— »

Al comparar estos datos con las frecuencias de las temperaturas en superficie (fig. 3) resulta que la dispersión de las temperaturas en la altura es algo mayor. Esto se debe al hecho de que el aire frío en superficie muy a menudo es relativamente seco y el aire caliente en superficie relativamente húmedo, una circunstancia que implica, en total, un mayor gradiente vertical de la temperatura en el aire frío que en el aire caliente.

Pero mucho más importante es el resultado de que sólo muy raras veces, aun en los meses calientes, aparecen temperaturas cercanas a cero grado, lo que trae consigo que en aquella altura *prácticamente la totalidad de las precipitaciones cae en forma de nieve o granizo.*

Es obvio que semejante aseveración no es válida para los niveles inferiores. Para los meses de verano que son los más interesantes desde el punto de vista glaciológico, se puede deducir que hay temperaturas superiores a 0°, en 51°S de latitud,
en 1500 m s.n.m. alrededor de 35 % de todos los días, y
en 1000 m s.n.m. alrededor de 60 % de todos los días.

Teniendo en cuenta que por un lado la nieve precipitante no descongela inmediatamente después de pasar el nivel de 0° y que por otro lado las precipitaciones más copiosas se producen en aire relativamente caliente, estimamos que en 1000 m de altura la mitad de la cantidad total de las precipitaciones estivales puede caer en forma de lluvia. En invierno, empero, hasta en el nivel de 1000 m las precipitaciones caerán casi exclusivamente en forma sólida.

V. VALORES PROMEDIOS MENSUALES DE LA TEMPERATURA AL PIE DE LA CORDILLERA SOBRE EL HIELO CONTINENTAL Y EN LA ATMOSFERA LIBRE

Para ciertas consideraciones glaciológicas así como para la comparación con aquellas regiones del mundo, cuyos datos climatológicos no han sido publicados en forma de listas de frecuencia, se añaden algunos promedios mensuales. Ellos se basan, para San Pedro y Evangelistas, en los Anales de la Oficina Meteorológica de Chile, publicados hasta el año 1942 inclusive; para el nivel de 2000 m en la región del Hielo Continental otra vez en las extrapolaciones antes expuestas; para una estación en sotavento de la Cordillera en 900 m de altura y 48° de latitud, Paso del Aguila, en datos del archivo del Servicio Meteorológico Nacional, período 1937 a 1945 con interrupciones; y para la atmósfera libre sobre Puerto Stanley, Malvinas, en los resultados de 2500 radiosondeos efectuados allí en los años 1948 a 1955 (Cuadro VII). Estos últimos datos son interesantes, a pesar de estar ubicadas las islas Malvinas unos 900 km al este de la región aquí en cuestión, porque su latitud coincide con la de la parte meridional del Hielo Continental y porque las corrientes generales del sector W, frecuen-

CUADRO VII: *Promedios mensuales de la temperatura*

Estación	Lat.	Long.	Alt.	Período	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Año
San Pedro	47,8 S	75° W	22 m	1932-42	11,1	11,2	10,0	8,7	6,9	5,9	5,7	5,6	6,5	7,8	8,9	10,3	8,2
Evangelistas	52,4 S	75° W	55 m	1901-30	8,0	8,2	7,7	6,9	5,6	4,3	3,8	4,0	4,4	5,4	5,9	7,1	6,0
Paso del Aguila	47,8 S	72° W	900 m	1937-45	9,4	9,4	7,0	3,7	0,7	— 1,1	— 0,8	— 1,3	1,4	4,0	5,6	8,3	3,8
Hielo Continental parte Norte	47,5 S	73,5° W	2000 m	extrapol.	—2	—2	—4	—5	—7	— 8	— 9	— 9	— 8	—6	—5	—3	—5,5
Hielo Continental parte Sur	51,0 S	73,5° W	2000 m	»	—5	—5	—6	—7	—8	— 9	—10	—10	— 9	—8	—7	—6	—7,5
Puerto Stanley	51,7 S	58° W	2000 m	1948-55	—1,3	—1,2	—1,9	—3,2	—4,7	— 6,5	— 7,1	— 7,2	— 6,5	—5,2	—3,7	—2,2	—4,2
Fanaraken	61,5 N	8° E	2060 m	1945-53	2,6	2,4	—1,4	—4,1	—8,4	—10,1	—11,9	—12,3	—11,0	—7,7	—3,2	0,1	—5,4
meses (Fanaraken) ..					VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	

temente con una débil componente del Sur, predominan también sobre las islas. La estación Paso del Aguila, en cambio, queda algo afuera del cuadro general. Ella representa la precordillera patagónica en sotavento de las montañas, con frecuente ocurrencia de vientos catabáticos (tipo « Föhn » o « Bora »), con mucho menor grado de nubosidad, y por consiguiente con mucha mayor amplitud diaria y anual.

No es necesario un comentario detallado de estos valores, salvo alguno acerca de la diferencia relativamente grande entre las temperaturas sobre el Hielo Continental y sobre Puerto Stanley, en casi igual latitud. Tenemos ahí un ejemplo muy ilustrativo de las diferentes condiciones térmicas de las cimas de montañas y la atmósfera libre. Diferencias de esta índole se han estudiado en extenso en la región de los Alpes Europeos ([7]), donde ya desde hace más de 50 años hay estaciones meteorológicas en alta montaña, y a poca distancia, estaciones aerológicas; ejemplo: Zugspitze y Munich. Allí se ha encontrado que el aire sobre la montaña está, término medio, entre 1 y 2° más frío que el aire en la atmósfera libre. Este efecto se debe principalmente al movimiento ascendente ocasionado por la configuración del terreno, el cual trae consigo una variación adiabática seca y húmeda de la temperatura; siendo esta variación mayor que el gradiente térmico vertical existente en la atmósfera libre en condiciones medias, se presentan necesariamente sobre las montañas temperaturas promedio menores que aquellas de igual nivel, a cierta distancia del efecto perturbador de montaña. Ahora bien, la mayoría de las estaciones meteorológicas de altura, y en particular aquellas de los Alpes, están ubicadas, por razones obvias, en la cima misma de los cerros, donde, como ya se ha expuesto, el efecto de montaña es relativamente pequeño, y por consiguiente las diferencias con la atmósfera libre menores. En el caso de la cordillera austral, en cambio, por tratarse de una extensa cadena de montañas, casi una pared, expuesta ortogonalmente a la dirección predominante de las corrientes aéreas, se hace inevitable un movimiento ascendente en un número de días mucho mayor que en el caso aludido. Se explica entonces, que la diferencia entre las temperaturas medias sobre la cordillera austral y aquellas en la atmósfera libre sea mucho mayor que en el caso bien conocido de los Alpes, y que su efecto alcance valores entre 3 y 4°C.

El movimiento ascendente del aire contribuye considerablemente a disminuir la temperatura (y aumentar la humedad relativa) en las regiones cumbres y en la zona superior de las pendientes a barlovento, a lo largo de toda la cadena de los Andes al Sur de 40°S, aproximadamente. No hay que olvidar, por otro lado, que ya en superficie el aire en contacto con la corriente de Humboldt, es algo más frío de lo que corresponde al promedio de esas latitudes.

Desde el punto de vista glaciológico, una comparación de nuestros datos para el nivel de 2000 m en la región del Hielo Continental con los datos correspondientes a las montañas de Noruega puede ser de interés. Con tal fin, hemos añadido al cuadro VII los promedios mensuales de la temperatura de Fanaraken, estación meteorológica noruega, sita a 2060 m de altura, cerca de una zona de intensa glaciación ([8]). Se pone en evidencia, cuánto difieren las condiciones térmicas en el hemisferio norte de aquellas del hemisferio sud. Allí, alrededor de 10° de latitud más cerca del polo, los tres meses de verano tienen un promedio de la temperatura superior a 0°, cosa que no sucede a igual nivel de altura en la atmósfera libre sobre Puerto Stanley, y menos aún en las regiones del Hielo Patagónico. Se comprende que las condiciones para la transformación de la nieve precipitada en hielo glaciar deben ser distintas también.

VI. ACERCA DE LAS PRECIPITACIONES EN LA REGION DEL HIELO CONTINENTAL Y LAS ZONAS DE BARLOVENTO

Mientras las extrapolaciones, en cuanto a las condiciones térmicas del Hielo Continental se refieren, fueron factibles con razonable seguridad, la estimación de las precipitaciones no responde con la misma probabilidad de acierto. Sin embargo, se puede atacar este arduo problema desde varios frentes, para llegar, por la combinación y comparación de los resultados respectivos, a una apreciación sustancial del régimen de precipitaciones y de las sumas medias anuales con las que se puede contar sobre las pendientes occidentales y sobre el Hielo Continental mismo. En particular, las consideraciones se basarán en 1) sinopsis de los datos de las pocas estaciones pluviométricas en aquella zona, 2) estudio de los efectos de convergencia y en general del movimiento vertical del aire, causados por las montañas, 3) cálculo termodiná-

mico de la cantidad del agua precipitada sobre toda la superficie en cuestión, y 4) examen de los datos de caudal del Río Santa Cruz, cuya cuenca incluye la parte Sur del Hielo Continental al Este de la línea divisoria.

1) *Sinopsis de datos pluviométricos.* — El cuadro VIII indica los puntos de los que se tienen disponibles observaciones de algunos años, por lo menos, al Oeste de la línea divisoria de la cordillera, al Sur de Puerto Montt. Se observa que el número de estaciones al Sur de 45°S es muy escaso, y que no hay estación alguna en la región que aquí interesa en primera instancia, es decir entre 47 y 51°S en vecindad con las montañas heladas mismas. Esta circunstancia implica de por sí la necesidad de recurrir a argumentos indirectos, pero antes de hacerlo se expondrán algunos rasgos característicos que los datos existentes permiten deducir.

CUADRO VIII. — *Promedios de las sumas anuales de precipitaciones caídas en algunos puntos en barlovento de la Cordillera Austral.*

(c. i. = con interrupciones)

Estación	Lat.	Long.	Alt.	Período	nº de años	Promedio de la suma anual
Puerto Montt	41,5°	72,9°	13 m	1862-1907 c.i. 1909-42	56	2166 mm
Punta Corona	41,8	73,9	56	1912-42	31	2013
Ancud	41,9	73 8	20	1913-54 c.i.	29	2470
Piruquina	42,4	73,8	140	1919-42 c.i.	19	2625
Castro	42 5	73,8	30	1926-42 c.i.	13	1922
Reñihué	42,5	72,4	5	14,17-19,40	5	5746
Quilán Cucao	42,6	74,1	8	1930-42 c.i.	12	2312
Isla Guafo	43,6	74,8	140	1920-54	35	1176
Melinka	43,9	73,8	5	1913-23 c.i.	9	3124
Puerto Aysén	45,4	72 7	10	1931-54	24	2832
Cabo Raper	46,8	75,6	40	1913-42 c.i.	25	2018
San Pedro	47,7	74,9	22	1932-54 c.i.	21	4589
Islas Evangelistas ..	52,4	75,1	55	1899-1952	54	2763
Bahía Félix	53,0	74,1	15	1913-54	42	4982

Para mostrar la distribución media de las precipitaciones caídas en el curso del año, se ha calculado el porcentaje de la cantidad

media de cada uno de los doce meses (reducidos a igual longitud), respecto de la suma media anual, para tres secciones de la costa Pacífica Austral, cada una de ellas con dos estaciones pluviométricas de registro relativamente largo, (gráficos de la fig. 4). En la sección septentrional alrededor de 41° Sur, es decir, bastante al Norte del Hielo Continental, existe un mínimo estival bien marcado en la curva anual, que se explica por el desplazamiento en dicha época de la célula anticiclónica del Océano Pacífico oriental (hacia el Sur), y que si bien se manifiesta en forma mucho más pronunciada en el régimen pluvial de la costa chilena entre 38 y 30°S, extiende su influencia hasta 45°S, (Puerto Aysén). En la sección meridional, alrededor de 52,5°S, se insinúa ya un débil *máximo* en la segunda parte del verano, fenómeno típico de gran parte de las zonas subpolares y que está en relación con la marcha anual de la temperatura (aire y mar) y la humedad absoluta. En la sección media, alrededor de 47°S, la distribución de las lluvias en el curso del año es la más uniforme por la superposición de los dos efectos expuestos (*). En resumen, resulta con referencia a la zona costera en las latitudes del Hielo Continental, que la marcha anual de cantidad de precipitación no muestra gran contraste entre verano e invierno, con un débil predominio estival en la parte meridional, y como la distribución de los vientos tampoco varía en el transcurso del año, puede extenderse la conclusión a la propia zona del Hielo Continental. Con respecto a la alternativa entre agua y nieve, ya en el párrafo IV hemos dado una estimación de la fracción de la suma total que puede caer en forma de lluvia.

La interpretación de los datos del cuadro VIII no puede lograrse sin referencia directa a la configuración geográfica y orográfica de aquella zona, con sus islas rocosas y montañosas, sus fjords e istmos profundamente grabados, sus acentuadas pendientes que constituyen en suma un grandioso caos topográfico. De ello se desprende que tanto la carta pluviométrica de una situación meteorológica singular, como el mapa con los promedios de muchos años debe mostrar, inevitablemente, un aspecto caótico. Si a esto se agregan las serias dificultades que se oponen a una medición correcta de las precipitaciones ([14]) por tratarse de una de

(*) Una descripción más detallada del régimen pluvial de estas regiones la ha dado F. Prohaska en (9).

las regiones más ventosas del mundo en la que parte del agua cae en forma de nieve, resulta difícil concebir esperanza alguna de que las pocas estaciones pluviométricas existentes puedan dar una imagen verídica de la distribución de precipitaciones en la zona. Sin embargo, los datos del cuadro VIII reflejan algunos fenómenos significativos, por un lado el aumento pronunciado de las sumas en dirección al Este, y por otro, tal vez de mayor importancia, las grandes cantidades medias que registran San Pedro con un período de 21 años, y Reñihué con 5 años. (Cabe mencionar que estos 5 años de Reñihué no fueron años muy lluviosos en las estaciones vecinas con record más completo).

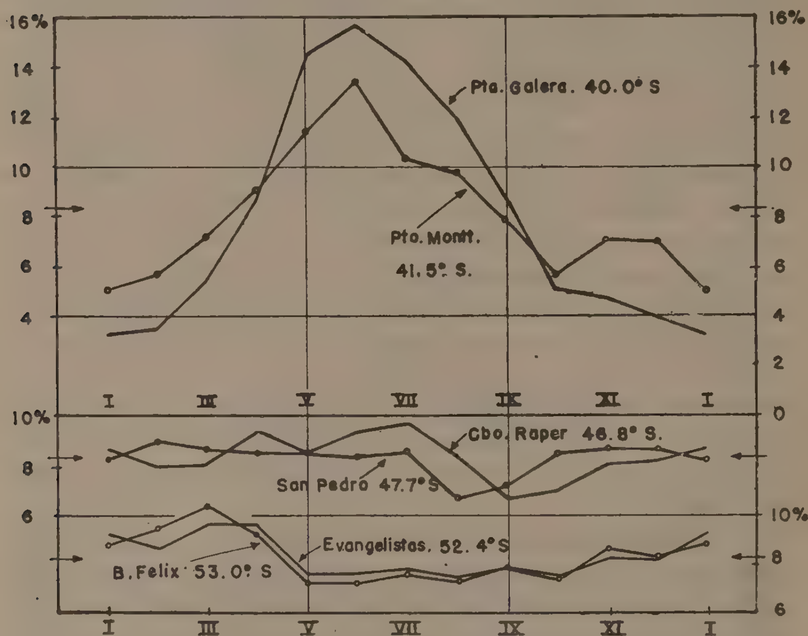


Fig. 4. — Marcha anual de las precipitaciones (sumas medias mensuales en % de la suma anual) en tres sectores de la costa del Sur de Chile.

El aumento de las precipitaciones a barlovento de montañas es fenómeno bien conocido y no cabe duda alguna de que tal aumento existe también, en forma muy pronunciada, en la cordillera austral. Ahora bien, al considerar la ubicación de las estaciones en un mapa de la zona, se debe admitir que una sola estación, la de Reñihué, se encuentra en un lugar topográficamente apto para

mostrar dicho efecto en forma neta, y que a pesar que por su ubicación en latitud (más de 500 km al norte de la región que aquí interesa) pertenece a la zona del mínimo estival, muestra el promedio más alto de toda la lista. Tomando en cuenta además los fenómenos considerados en el subpárrafo siguiente, puede afirmarse que ninguna de las otras estaciones se encuentra en condiciones de mostrar en forma neta el máximo efecto de barlovento. *Con ello se llega a la conclusión de que debe haber regiones, a lo largo de la cordillera austral al oeste de la línea divisoria, que acusan sumas medias anuales considerablemente mayores que las que figuran en el cuadro.* Este importante resultado se confirmará, más tarde, por un cálculo termodinámico expuesto en el subpárrafo VI, 3.

2) *Los efectos del movimiento vertical del aire, ocasionado por las montañas.* — Por supuesto, estos efectos han recibido considerable atención por parte de la meteorología sinóptica y climatología de otras partes del mundo ([10]), y un análisis detallado de ello, con referencia particular a las condiciones en Escandinavia, en cierto modo análogas a las de la cordillera austral, ha sido realizado por T. Bergeron en un estudio crítico de las posibilidades de iniciación o intensificación artificial de precipitaciones en zonas costeras y montañosas ([11]). Es de trabajos de esta índole, sean de carácter sinóptico, estadístico, o teórico, de los que pueden deducirse los rasgos principales de los efectos en cuestión en la cordillera austral, aunque las mediciones y observaciones directas sean muy escasas. Tal procedimiento parece aún más justificado cuando se piensa que en el futuro será difícil que se consigan datos representativos de aquella zona, y por ello trataremos ahora los « efectos de montaña », punto por punto:

a) Por la fricción con la superficie de la Tierra las corrientes horizontales del aire tienden a frenar y desviar su movimiento; este efecto es considerablemente mayor sobre tierra firme en general y más aún sobre las islas rocosas de la costa chilena (por mayor rugosidad), que sobre el océano. Cuanto más intenso es el efecto de fricción tanto mayor es la desviación de la dirección del viento real de la del viento gradiente (este último se calcula partiendo de la hipótesis de fricción nula, y el primero sólo se le asemeja cuando la influencia de la misma es despreciable). De esta

manera se origina, a lo largo de las costas invadidas por los vientos marítimos, una zona estrecha de convergencia de las corrientes aéreas, que se inicia en las capas inferiores y que causa, forzosamente, un movimiento ascensional del aire. Este fenómeno se manifiesta aún en costas de terreno llano, por ejemplo en las de Holanda, y en forma más marcada, por supuesto, en costas montañosas. Así se explica el hecho de que ya en los puntos más avanzados hacia el mar y algunos kilómetros mar afuera, las cantidades de las precipitaciones, las que dependen, en esencia, de la intensidad del movimiento vertical del aire, son considerablemente mayores que las que corresponden al océano libre, en igual latitud.

b) Cuando el aire en movimiento encuentra un obstáculo en su camino, caben virtualmente dos posibilidades, o una desviación lateral o una desviación vertical. En la realidad, siempre se producen ambas, variando la relación entre la eficacia de los dos desvíos con la orientación, extensión y altura del obstáculo, y con la estabilidad de la estratificación vertical del aire. Siendo muy compleja la configuración de la cordillera austral, e imposible una consideración numérica del segundo factor, no se puede dar una estimación cuantitativa de dicha relación. Cualitativamente, la extensión y orientación de la cordillera respecto a los vientos predominantes no dejan dudas acerca de que estas montañas ocasionan un movimiento vertical muy intenso. En efecto, todos los fenómenos meteorológicos, en barlo y en sotavento, lo demuestran. Aparece entonces, además del movimiento vertical causado por el contraste de fricción en las regiones costeras, una segunda causa de movimientos anabáticos y por consiguiente de intensificación de la precipitación sobre las pendientes occidentales de la cordillera, como se ha comprobado también en otras partes del mundo ([12]). La fig. 2, resultado de consideraciones teóricas, con suposición de un perfil simplificado del obstáculo, muestra dónde y hasta qué altura hay que contar con tales corrientes ascendentes. Sus resultados sólo pueden considerarse una primera aproximación de lo que sucede en la realidad. Dicha altura es de mucha importancia, porque de ella dependen el carácter y la intensidad de las precipitaciones. Es un hecho comprobado que en zonas templadas y polares, es decir en masas de aire no-tropicales, con humedad *absoluta* relativamente pequeña, las lluvias copiosas (o nevadas) se producen sólo cuando

el movimiento ascendente abarca aquellos niveles en los que la temperatura se encuentra varios grados por debajo del punto de congelación. Tomando en cuenta el régimen térmico expuesto en los capítulos IV y V, junto con lo que indica la fig. 2, se puede afirmar que dicha condición de precipitaciones intensas se encuentra siempre cumplida.

c) Podemos deducir, de un ejemplo muy ilustrativo analizado en detalle por Bergeron ([11]), que la convergencia entre las corrientes desviadas hacia el extremo sud de la cordillera austral (viento del W sobre alta mar y del NW en la zona costera) y aquéllas que corren poco más al Sur, no participando en tal desvío o haciéndolo en menor grado, causa un movimiento vertical pronunciado y por ello precipitaciones muy intensas sobre una región de extensión reducida, al SW de la montaña que materializa el obstáculo. Como las situaciones sinópticas que favorecen semejante convergencia, se presentan con mucha frecuencia sobre el extremo Sur de Chile, tenemos ahí la clave para comprender cómo llega a acumularse la gran suma media anual (casi 5 metros) de la Bahía Félix, casi el doble de la de Evangelistas, ubicada a menos de 100 km al NW. Puede ser que la influencia del viento en la medición de las precipitaciones contribuya a hacer más grande esa diferencia, ya que la segunda estación se encuentra más expuesta a la fuerza no-frenada de los vientos del sector W. Es imposible estimar numéricamente la influencia de uno y otro efecto, pero cabe poner de relieve que, en forma análoga a lo dicho en VI, 1., la estación en que se ha registrado mayor cantidad de lluvias, resulta más representativa de la zona precordillerana occidental. No hay razón valedera en dudar de las tres sumas medias anuales más altas (Reñilhué, San Pedro y Bahía Félix) y hay mucha razón en suponer que sobre las pendientes occidentales propiamente dichas, en toda la gran extensión entre 42 y 53°S, la suma anual media de precipitación sobrepasa los 5.000 mm. En particular, considerando la ubicación de San Pedro, sólo pocos kilómetros al Este de los primeros islotes, y su suma media de 4.590 mm por año, se puede estimar que en la parte central de dicha franja, es decir, sobre las pendientes de barlovento del Hielo Continental, deben caer precipitaciones superiores a los 6.000 mm por lo menos.

d) Los numerosos estudios, realizados en varias montañas del

mundo desde hace más de 100 años, acerca del aumento de las precipitaciones con la altura, confirman semejante conclusión. Un resumen detallado de ellos lo ha dado K. Knoch ([10]), al que nos referiremos aquí. Claro está que las variadas particularidades regionales no permiten la aplicación de leyes generales. Pero resulta completamente seguro que bajo condiciones similares a aquellas de la cordillera existe un aumento considerable de la cantidad anual de las precipitaciones con la altura el que se extiende normalmente hasta más de 2000 m. En el caso de las montañas de Escocia, en 57° de latitud, expuestas también a fuertes corrientes de aire marítimo, se ha encontrado una relación de 2 a 1 entre las precipitaciones sobre el cerro Ben Nevis y la estación F. William, 1.340 m más abajo. Es, entonces, una estimación muy modesta y conservativa, si suponemos que en la cordillera austral, dicha relación entre la zona cumbre en 1500 a 2000 m s.n.m., y las estaciones chilenas cerca del nivel del mar, se eleve también a valores entre 1,5 a 1 y 2,0 a 1. Aplicando la menor de estas relaciones (1,5 a 1) a los datos del cuadro VIII, se llega a que *sumas del orden de 7000 mm caen anualmente* sobre la superficie del Hielo Continental.

e) Otro rasgo interesante que se ha encontrado en las montañas de Inglaterra y Escocia ([10]), es que las sumas máximas no se registran en las cumbres mismas, sino unos pocos kilómetros a *sotavento* de ellas. Esto podría explicarse por el transporte de las gotas de lluvia y copos de nieve por parte del viento, pero cabe también la posibilidad de que se trate de un efecto artificial, dado que los pluviómetros o nivómetros en las regiones cumbres, al estar más expuestos al viento, no llegarían a colectar cantidades representativas. En el caso de la cordillera austral, no hay duda de que el fuerte viento del sector W puede contribuir considerablemente a un transporte de la nieve hacia el E, y por ello hay buena razón en suponer que la superficie entera del Hielo Continental propiamente dicho, recibe las cantidades de precipitación antes estimadas.

f) Finalmente hay que pensar que en una montaña casi siempre envuelta por nubes, una considerable cantidad de agua disponible en forma de gotitas en suspensión y sobrefusión, puede depositarse en cualquier obstáculo pequeño, sean rocas y picos aislados u otras irregularidades del terreno. Al contrario de lo que

sucedió con el efecto de aumento con la altura, este fenómeno había recibido poca atención hasta hace pocos años, aunque puede citarse un estudio de J. Grunow [13], que se basa en mediciones con un receptor especial, expuesto durante algunos meses en el cerro Nebelhorn, en los Alpes septentrionales, a 1900 m de altura. Allí el receptor especial colectó 189 % de la suma de precipitaciones obtenidas por un nivómetro común de superficie horizontal. Seguramente, este número no puede estimarse de validez general, pero parece justificado deducir que el agua en sobrefusión en las nubes, « depositable » en cualquier obstáculo pequeño o grande, agrega una cantidad que aunque pequeña, tiende a hacer mayor la suma real de precipitaciones efectivamente depositadas en la zona del Hielo Continental.

Hemos aportado mediante estas consideraciones, varios argumentos que hablan en pro de sumas anuales muy superiores a 5000 mm, valor aceptado hasta ahora como una estimación adecuada de las precipitaciones en dicha región « cumbrera ». En efecto, este valor debería de aumentarse sin exageración alguna, a la magnitud de 7000 a 8000 mm; claro está, con variaciones locales marcadas.

3. *Cálculo termodinámico.* — Dado que la cuestión acerca de la suma anual de precipitaciones caídas sobre el Hielo Continental es de gran interés glaciológico, en particular con referencia al balance hídrico de esa enorme « heladera » natural, se tratará el problema, aparte de lo expuesto, desde un punto de vista muy diferente.

Con tal fin conviene hacer un distingo teórico entre la fracción de la suma total de precipitación que caería si las montañas no existieran, y aquella que se debe a la presencia de este obstáculo.

Para una estimación de la primera, pueden aprovecharse los estudios sobre los promedios latitudinales de precipitaciones, y entre ellos la elaboración más reciente de Möller [15] que ha calculado, en base a todo el material asequible, los promedios para las cuatro estaciones del año y para todas las cintas latitudinales de 5° de anchura, para mar y tierra por separado. Al Sur de 45° S, esta última diferenciación no tiene importancia, ya que el sector sudamericano, única zona terrestre en esas latitudes, cubre sólo 10 grados de longitud, a comparar con los 360 grados del total, y que, además, este estrecho sector acusa precipitaciones abundantes en Chile y a la par precipitaciones escasas en la Patagonia. Por ello,

y en consideración a las condiciones meteorológicas muy uniformes que imperan a lo largo de toda la cinta entre los paralelos 45 y 55°S, podemos suponer que el promedio latitudinal representa, con buena aproximación, la cantidad de precipitaciones no-orográficas. Según Möller, estos promedios son:

entre 45 y 50°S : 1150 mm y

entre 50 y 55°S : 1090 mm.

Para el presente estudio, que no pretende más que una apreciacin del orden de magnitud, es suficiente aceptar que esta suma es de 1000 mm.

En cambio, la estimación de las precipitaciones orográficas puede basarse en una pequeña consideración termodinámica. Se sabe que para condiciones medias (mensuales y anuales) la variación de la tensión de vapor con la altura corresponde estrechamente a una ley empírica ([16]), lo que pudo confirmarse también por una elaboración de material aerológico moderno ([17]). Esta relación permite calcular la cantidad de *agua precipitable* presente en toda la columna de aire arriba de cierto punto, si se conoce sólo la tensión de vapor y con ella la humedad absoluta, en el lugar a considerar. De igual manera, podemos calcular la diferencia entre el agua precipitable presente en barlovento de las montañas y el agua precipitable en sotavento, basados en la diferencia entre la humedad absoluta a un lado y al otro lado de la cordillera.

Teniendo en cuenta los promedios anuales de la tensión de vapor en San Pedro y Evangelistas, los valores correspondientes en Lago Argentino, Punta del Aguila y Cañadón León, y reduciendo estos últimos al nivel de los primeros, resulta que la cantidad de agua precipitable presente en barlovento de la cordillera austral en promedio se eleva a 15 mm, mientras en sotavento alcanza a 12,5 mm. Por diferencia se deduce que cada columna vertical de aire, con una superficie horizontal de *1* m^2, pierde *2,5 litros de precipitación* durante su pasaje encima de la montaña.

En el promedio de varios años (1950 a 1954), la componente zonal del viento en 50°S, calculada en base al campo bárico a nivel del mar y representativa, con cierta aproximación, para el nivel de 1000 m, es de 33 km/hora, y corresponde a un recorrido de $3 \cdot 10^8$ *km por año*. Por consiguiente, en la zona entre la costa occi-

dental y la meseta patagónica deben caer, sobre una cinta zonal de 1 m de ancho,

$$7{,}5.10^8 \textit{ litros}$$ de precipitación, por año.

Suponiendo que esta cinta tuviera una longitud de $150\ km = 1{,}5.10^5$ m, resultaría una suma media anual de agua precipitada de

$$5 . 10^3 \textit{ litros}/m^2 = 5.000\ mm.$$

Los 150 km corresponden, término medio, a la distancia entre la costa occidental y la margen oriental del Hielo Continental. Las razones antes expuestas impiden suponer que los 5.000 mm de precipitaciones orográficas (a los que se sumaría la cantidad de 1000 mm del promedio latitudinal no-orográfico) caigan uniformemente sobre toda la cinta. Ya se mencionó que en la zona costera las cantidades son menores y lo mismo vale, en forma más marcada aún, para la parte inferior de la falda oriental, por lo cual resultan, inevitablemente, sumas bastante mayores para las regiones cumbres. Ahora bien, ni el valor de 150 km ni los valores promedios de la tensión de vapor en barlo y sotavento deben estimarse de mucha exactitud, y por ello tampoco el resultado del cálculo puede considerarse más que una apreciación del orden de magnitud. Pero este, por lo menos, está en coincidencia con los resultados de los párrafos anteriores.

Puede resumirse, entonces, que *la magnitud de la suma anual media de las precipitaciones al pie occidental de la cordillera austral es de 5000 mm, y la del valor que corresponde a las pendientes superiores y al Hielo Continental mismo es 1,5 veces mayor;* y esto debe considerarse una estimación conservativa y de ninguna manera exagerada.

4. *Apreciación de las precipitaciones en base al caudal del río Santa Cruz.* — Un último ensayo para apreciar el orden de magnitud de las precipitaciones sobre el Hielo Continental, puede hacerse basado en el promedio anual del caudal de aquellos ríos cuya cuenca de alimentación incluya una parte de la cordillera austral al Este de la línea divisoria. Como se verá, varios de los factores decisivos sólo pueden determinarse con muy poca seguridad, y por ello tal procedimiento pierde bastante exactitud. En años futuros, sin embargo, cuando se conozcan mejor la distribución de las precipita-

ciones en la región de los lagos Viedma y Argentino y estén disponibles algunas series largas de registros de estaciones de aforo, este método dará los resultados más fidedignos. Para un primer ensayo en este sentido se pueden aprovechar las mediciones de la estación Charles Fuhr, a 50°17'S, 71°55'W. En este punto, 4 km al Este de la rivera del Lago Argentino, se mide el caudal de todas las aguas que salen de este lago y del Viedma, la mayor parte de las cuales provienen del Hielo Continental al Este de la línea cumbre.

El caudal medio anual (1947 a 1955) del río Santa Cruz en Charles Fuhr se eleva a 815 m^3/seg, lo que corresponde a 25,7 . 10^9 m^3 por año. La cuenca tiene un área de 16.500 km^2, aproximadamente. Si dicha cantidad de agua equivaliera a la suma media anual de agua precipitada sobre la cuenca, resultaría un valor de 1560 mm. Pero no se debe despreciar la evaporación sobre la parte oriental de la cuenca, sobre todo aquella de la superficie de los dos grandes (1.400 y 1.060 km^2) lagos azotados por los vientos furiosos, se ignora totalmente la cantidad de agua que infiltra en el suelo, y no se sabe qué cantidades de nieve caídas al W de la línea divisoria son transportados por los temporales de viento hacia el Este. Se sabe solamente que sobre la mayor parte de la cuenca caen precipitaciones escasas, alrededor de 200 mm por año sobre la parte oriental (½ del área total), alrededor de 500 mm sobre otra parte (¼, más o menos) situada más hacia el W. Con estos valores muy aproximados resultaría una suma de 5.500 mm por año para la cuarta parte restante, correspondiente a la cordillera propiamente dicha. Teniendo en cuenta la pérdida de agua por evaporación, y suponiendo que su orden de magnitud se eleve a 50 mm por año sobre tierra y a 1.000 mm por año sobre los lagos, se llegaría a que dicha suma media anual debe ser algo superior a 6.000 mm. Es probable que la zona de las precipitaciones más intensas abarque menos que la cuarta parte del total de la cuenca, y es obvio que debería de considerarse más de *una* zona de transición entre la parte seca en el Este y la parte lluviosa en el Oeste de la cuenca. Pero en vista de la gran inseguridad de los demás factores, el ensayo de una estimación más detallada parece inútil, y tampoco parece indicado hacer un cálculo análogo para otras estaciones de aforo cuya ubicación hace más problemática

aun la interpretación de los datos o cuyos registros son incompletos y dejan lugar a dudas. Como único resultado se puede aceptar que también los valores del caudal del río Santa Cruz apoyan la estimación de los párrafos anteriores: *La suma media anual de las precipitaciones sobre el Hielo Continental debe tener el orden de magnitud de 7.000 mm, por lo menos.*

VII. RECONOCIMIENTO

Quiero expresar en esta oportunidad mi agradecimiento a la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional por haberme otorgado la posibilidad de realizar el presente estudio. Asimismo, agradezco al Ing. César J. Vasino su valioso asesoramiento acerca de la redacción del texto, y al personal técnico de la Dirección de Investigaciones del Servicio Meteorológico Nacional, la ejecución de los cálculos.

Bibliografia

1. De Agostini, A. M. — « Andes patagónicos ». Buenos Aires, 1945.
2. Herold, L. — « El hielo continental patagónico ». *Revista de Geografía Americana,* Vol. 35, Buenos Aires, 1953.
3. Rudolph, W. E. — « Recent developments in southern Patagonia and Tierra de Fuego ». *Geographical Review,* Vol. XLIV, 1954.
4. Schwerdtfeger, W. — « Pequeño aporte para el conocimiento de las condiciones aerológicas en el sur de la Patagonia ». *Anales de la Sociedad Científica,* tomo CLI, 1951.
5. Queney, P. — « The problem of air flow over mountains, a summary of theoretical studies ». *Bull. Am. Met. Soc.,* Vol. 29, 1948.
6. Observatorio de Física Cósmica de San Miguel. — Boletín mensual.
7. Ekhart, E. — « Mittlere Temperaturverhältnisse der Alpen und der freien Atmosphäre über dem Alpenvorland ». *Meteorologische Zeitschrift,* Band 56, 1939.
8. Det Norske Meteorologiske Institut. — *Norsk Meteorologisk Arbok,* 1945 a 53.
9. Prohaska, F. — « Regímenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos ». *Meteoros,* año II, 1952.
10. Hann, J. v., y Knoch, K. — « Handbuch der Klimatologie ». Tomo I, 1932.
11. Bergeron, T. — « The problem of artificial control of rainfall on the globe; II. The coastal orographic maxima of precipitation in autumn and winter ». *Tellus,* Vol. I, 1949.
12. Douglas, C. K. M., y Glaspoole, J. J. — « Meteorological conditions in heavy orographic rainfall in the British Isles ». *Quart. Journal Roy. Met. Soc.,* Vol. 73, 1947.

13. GRUNOW, J. — « Nebelniederschlag. Berichte d. D. Wd. i. d. US-Zone, N° 42, 1952, y: « Kritische Nebelfrost-Studien ». Archiv. f. Meteorologie, Bioklimatologie und Geophysik, Serie B, Band IV, 1953.
14. SCHIRMER, H. — « Umstrittene Niederschlagsmessungen im Hochgebirge ». Mitteilungen des d. Wd. in der US-Zone, N° 11, 1951.
15. MÖLLER, F. — « Vierteljahreskarten des Niederschlags für die ganze Erde ». Petermanns Geographische Mitteilungen, 1951.
16. LINKE, F. — « Meteorologisches Taschenbuch ». Neue Ausgabe von F. Baur, Band II, Tabelle 70, 1952.
17. FLOHN, H. — « Zur vertikalen Verteilung des Wasserdampfes in der Atmosphare ». *Zeitschrift für Meteorologie,* Band V, 1951.

ACERCA DEL SERVICIO ELÉCTRICO...

Todos los gastos que requiere el suministro de energía eléctrica han aumentado en fuerte proporción. Por ejemplo, el precio del medidor monofásico es hoy **740%** superior al de 1939. No obstante...



...EL PRECIO DEL kWh* SUPERA EN SÓLO 265% AL DE 1939

¿LE SORPRENDE A UD. que en esta situación resulte difícil financiar las grandes obras requeridas para mejorar y ampliar los servicios?



COMPAÑÍA ARGENTINA DE ELECTRICIDAD S. A.

* Término medio de enero a mayo 1956 de la energía suministrada en el Gran Buenos Aires sin incluir las sumas recaudadas como agente de retención de las autoridades.


SHELL MOTOR OIL
CON UN ADITIVO
DETERGENTE
SHELL
MAYOR DE 200
INDUSTRIA ARGENTINA
CONTENIDO NETO 5 LITROS
LIMPIA
SU MOTOR
MIENTRAS MARCHA!
SHELL
MOTOR OIL
con
DETERGENTE
ELIMINA
• LA PEGADURA DE AROS: Porque no permite la deposición de las partículas carbonosas en las ranuras de aros.
• EL ATASCAMIENTO DE LAS VALVULAS: Porque mantiene en perfecto estado de limpieza las guías de las mismas.
• EL DESGASTE: Porque dispersa las partículas sólidas abrasivas y confiere mayor tenacidad a la película lubricante.
• LA CORROSION DE LOS CILINDROS: Porque neutraliza los productos ácidos de la combustión.
Todo lo cual se traduce en un MAYOR RECORRIDO DE SU COCHE SIN NECESITAR REPARACIONES.
• Consulte a su Estación de Servicio, Garage o proveedor habitual sobre el uso más conveniente del
SHELL MOTOR OIL con DETERGENTE.